

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-091251

(43)Date of publication of application : 31.03.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/205
H01L 21/66

(21)Application number : 11-262461

(71)Applicant : SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD

(22)Date of filing : 16.09.1999

(72)Inventor : DEN KOSHOKU
JANG YOUNG-CHUL
SO HOSHU

(30)Priority

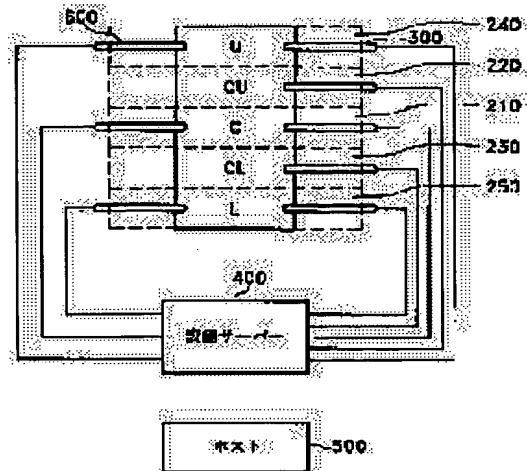
Priority number : 98 9838026 Priority date : 15.09.1998 Priority country : KR

(54) METHOD FOR CONTROLLING THICKNESS OF THIN FILM IN THIN FILM FORMING PROCESS FOR SEMICONDUCTOR SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the thickness deviations of thin films in a reaction furnace by calculating the process temperature which gives an influence on the calculated representative thickness of the thin films from a correction formula, and executing a thin film forming process by using a corrected deposition time and the corrected process temperature.

SOLUTION: The central area 210 of a reaction furnace in which the average thickness of thin films becomes closest to a target film thickness is defined as a reference area. The deposition time (DT) of the thin films is calculated from a formula, $DT(n+1)=DT(n)+(target\ thin\ film\ thickness-average\ thin\ film\ thickness)/time\ gain\ rate$, so that the average thickness in the reference area may become the target thickness. This is for correcting the thicknesses of the thin films by the DT in the reference area and by the process temperature in the other area. Therefore, the corrected process temperatures of an upper area 240 and lower area 250 in which monitoring wafers are placed in the reaction furnace are calculated and the corrected process temperature of a central lower area 230 is successively calculated. For this correction, the representative thicknesses of the thin films in the areas can be calculated by using a prescribed table.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-91251
(P2000-91251A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

| | | | |
|---------------------------|------|----------------|--------------------------|
| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード [*] (参考) |
| H 0 1 L 21/205 | | H 0 1 L 21/205 | |
| 21/66 | | 21/66 | P |

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 13 頁)

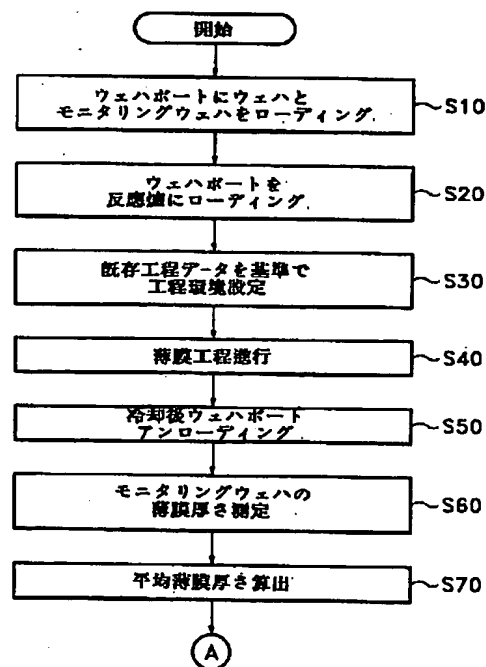
| | | | |
|--------------|------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平11-262461 | (71) 出願人 | 390019839 三星電子株式会社 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416 |
| (22) 出願日 | 平成11年9月16日 (1999.9.16) | (72) 発明者 | 田 耕 植 大韓民国京畿道城南市盆唐區營▲けん▼洞 87番地 漢信アパート128棟901号 |
| (31) 優先権主張番号 | 9 8 P 3 8 0 2 6 | (72) 発明者 | 張 永 哲 大韓民国京畿道水原市勤善區 斗山東亞ア パート102棟201号 |
| (32) 優先日 | 平成10年9月15日 (1998.9.15) | (72) 発明者 | 曹 奉 秀 大韓民国京畿道城南市野塔洞512番地 東 亞聯立514棟103号 |
| (33) 優先権主張国 | 韓国 (K R) | (74) 代理人 | 100072349 弁理士 八田 幹雄 (外3名) |

(54) 【発明の名称】 半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法

(57) 【要約】

【課題】 モニターリングウェーハによって算出された代表薄膜厚さと目標薄膜厚さとの偏差を補正するために補正温度を算出してこれをフィードバックして制御することによって反応炉内部における薄膜厚さ偏差を克服する。

【解決手段】 複数枚のモニターリングウェーハを複数個に仮想分割された反応炉の所定領域にローディングした状態で薄膜形成工程を進行して各モニターリングウェーハの平均薄膜厚さを算出して特定領域の平均薄膜厚さが目標薄膜厚さに到達するようにデポジションタイムを補正した後、特定領域を除いた残り領域の工程温度及び工程ガスを補正して残り領域の薄膜厚さの均一性を増加させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜形成工程が進められる反応炉の内部を複数個の領域に分割設定し、前記領域に複数枚のモニターリングウェーハをローディングした後、既存デポジションタイムと工程温度を参考にして前記モニターリングウェーハに薄膜形成工程を遂行する段階と、薄膜形成工程が終了した前記モニターリングウェーハの平均薄膜厚さを算出して第1記憶手段に記憶する段階と、

前記複数個の領域のうち基準領域に位置したモニターリングウェーハの平均薄膜厚さが目標薄膜厚さに到達するように第2記憶手段に記憶されたデポジションタイム補正演算式によってデポジションタイムを算出する段階と、

前記補正されたデポジションタイムを適用した状態で前記分割された各々の領域における代表薄膜厚さを前記第2記憶手段に記憶された代表薄膜厚さ演算式によって各々算出する段階と、

前記算出された代表薄膜厚さに影響を及ぼす工程温度を前記第2記憶手段に記憶された工程温度補正演算式によって算出して前記第1記憶手段に記憶する段階と、

前記第1記憶手段に記憶されている補正されたデポジションタイム及び補正された工程温度によって薄膜形成工程を遂行する段階と、を含むことを特徴とする半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項2】 前記複数個の領域は、前記反応炉の内部を、中央に位置したセンター領域と、前記センター領域の両側に位置したセンターアッパー領域及びセンターロー領域と、前記センターアッパー領域及びセンターロー領域の両側に位置したアッパー領域、ロー領域であり、前記複数個のモニターリングウェーハは、前記センター領域、アッパー領域、ロー領域に各々ローディングされることを特徴とする請求項1記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項3】 前記モニターリングウェーハの平均薄膜厚さを算出して第1記憶手段に記憶する段階は、前記モニターリングウェーハ上の複数の位置から薄膜厚さを測定する段階と、

前記測定された薄膜厚さデータのうち上下に偏差が最も大きい薄膜厚さ値を除いた残りの薄膜厚さデータを算術平均して前記第1記憶手段に記憶する段階と、を含むことを特徴とする請求項2記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項4】 前記基準領域は前記センター領域であり、前記デポジションタイムは前記センター領域の平均薄膜厚さを基準にして補正されることを特徴とする請求項2記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項5】 前記デポジションタイムを補正する段階は、前記第2記憶手段に記憶された前記デポジションタ

イム補正演算式によって前記センター領域に位置した前記モニターリングウェーハの平均薄膜厚さと目標薄膜厚さとの偏差をデポジションタイム補正係数で割って補正デポジションタイムを算出する段階と、

前記算出された補正デポジションタイムと前記既存デポジションタイムとを合算する段階とを含むことを特徴とする請求項4記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項6】 前記デポジションタイム補正係数は、単位時間当たりデポジションされる薄膜の厚さであることを特徴とする請求項5記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項7】 前記デポジションタイム補正係数は、前記基準領域のモニターリングウェーハの平均薄膜厚さを前記既存デポジションタイムで割って算出することを特徴とする請求項5記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項8】 前記デポジションタイム補正演算式は、
補正デポジションタイム＝既存デポジションタイム＋
(目標薄膜厚さ－基準領域の平均薄膜厚さ)／デポジションタイム補正係数

であることを特徴とする請求項5記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項9】 前記デポジションタイム補正係数は、
デポジション厚さ(Å)／単位時間(sec)
であることを特徴とする請求項5記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項10】 前記基準領域を除いた領域うち、前記モニターリングウェーハが存在する領域の代表薄膜厚さは、前記モニターリングウェーハの平均薄膜厚さに前記補正されたデポジションタイムによる工程進行によって加わる追加薄膜厚さを合算して算出し、

前記モニターリングウェーハが存在しない領域の代表薄膜厚さは、前記モニターリングウェーハが存在する領域によって算出された平均薄膜厚さを算術平均して算出することを特徴とする請求項1記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項11】 前記工程温度補正段階は、前記基準領域に隣接した第1隣接領域の代表薄膜厚さを第1工程温度補正演算式に代入して前記第1隣接領域の補正工程温度を算出する段階と、

前記第1隣接領域の補正工程温度を勘案して前記第1隣接領域に接した第2隣接領域の代表薄膜厚さを前記代表薄膜厚さ修正演算式によって修正する段階と、

前記修正された代表薄膜厚さを第2工程温度補正演算式に代入して前記第2隣接領域の補正工程温度を算出する段階とを含むことを特徴とする請求項10記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項12】 前記第1隣接領域は、前記基準領域に接したセンターアッパー領域及びセンターロー領域であ

り、前記第2隣接領域は、前記センターアッパー領域及び前記センターロー領域に接したアッパー領域及びロー領域であることを特徴とする請求項1記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項13】 前記第1工程温度補正演算式は、

$$TEMP(n+1)_x = TEMP(n)_x + (TH_{target} - TH_x) / gaintemp$$

であり、

$TEMP(n+1)_x$ は前記第1隣接領域の補正工程温度、 $TEMP(n)_x$ は前記第1隣接領域の既存工程温度、 TH_{target} は目標薄膜厚さ、 TH_x は前記第1隣接領域における代表薄膜厚さ、 $gaintemp$ は前記第1隣接領域の温度当たり利得率であることを特徴とする請求項1記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項14】 前記代表薄膜厚さ修正演算式は、

$$TH'_x = TH_x + Cy \times (TH_{target} - TH_x)$$

であり、 TH_x は前記第1隣接領域の工程温度影響を受ける以前の代表薄膜厚さ、 C_y は修正係数、 TH_x は前記第2隣接領域に接した前記第1隣接領域における薄膜厚さであることを特徴とする半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項15】 前記第2工程温度補正演算式は、

$$TEMP(n+1)_y = TEMP(n)_y + (TH_{target} - TH'_x) / gaintemp$$

であり、
 $TEMP(n+1)_y$ は前記第2隣接領域の補正工程温度、 $TEMP(n)_y$ は前記第2隣接領域の工程温度、 TH_{target} は目標薄膜厚さ、 TH'_x は代表薄膜厚さ修正演算式によって算出された修正薄膜厚さであることを特徴とする請求項14記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【請求項16】 前記修正係数は、前記第1隣接領域で単位温度が変更された際、前記第1隣接領域における代表薄膜厚さと前記第2隣接領域における代表薄膜厚さの変更された比率であることを特徴とする請求項14記載の半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法に係り、より詳細には、反応炉内部のウェーハ位置の違いによって生じるウェーハの薄膜厚さ偏差を補正するために、ウェーハポートの中間に複数枚のモニターリングウェーハを介した状態で薄膜形成工程を遂行して反応炉内部の位置別代表薄膜厚さデータを算出して、モニターリングウェーハのうち、基準になる基準モニターリングウェーハが目標薄膜厚さに到達するようにデポジションタイムを補正し、次に基準モニターリングウェーハを除いた残りのモニター

リングウェーハは工程温度補正によって薄膜厚さが目標薄膜厚さに到達するようにし、これを持続的にフィードバック制御して均一な厚さの薄膜を得ることができるようにした半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、半導体素子は、単結晶シリコン基板上に多様なドーパント(dopant)を用いてドーピング(doping)を遂行することによってNまたはPタイプ領域を形成したり、多様な機能を遂行する薄膜層で構成される。このような薄膜層及びデポジションドーピングによるN、Pタイプ領域は代表的に化学的気相蒸着(CVD; Chemical Vapor Deposition)と呼ばれる半導体薄膜製造工程によって遂行される。この化学的気相蒸着工程は工程圧力によって常圧化学気相蒸着工程、低圧化学気相蒸着に分類される。

【0003】低圧化学気相蒸着は、約0.1～100 torrの圧力範囲内で進められ、高い温度と高い圧力すなわち、高いエネルギーシステムを要求せず、酸化膜(oxide film)、ポリ膜(poly film)、タングステン膜(tungsten film)、シリサイド膜(silicides film)、窒化膜(nitride film)、エピタキシャル膜(epitaxial film)等の半導体工程上必要とするほぼ全ての薄膜の蒸着が可能で、パーティクル数が少なく、ステップカバレッジ(step coverage)が優れると言った長所を有する。このような長所を有する低圧化学気相蒸着工程を遂行する設備は垂直型と水平型に再び分類され、このうち垂直型設備は鐘形(bell type)アウターチューブと、アウターチューブの内側に設けられてアウターチューブと一定離隔間隔を有するインナーチューブ、インナーチューブと連通されて反応ガスを供給するガス供給システム、アウターチューブと連通されて残留ガス及び廃ガスを排気させる排気システム、ウェーハをローディングするウェーハポートをインナーチューブにローディング及び工程終了後ウェーハポートをアンローディングさせるウェーハポートエレベーターシステム及びアウターチューブの外側に設けられて工程温度を維持する電気炉で構成される。

【0004】このように構成された低圧化学気相蒸着工程を遂行する垂直型設備は工程環境すなわち、蒸着時間(deposition time)、反応炉(furnace)内部における工程温度勾配(process temperature gradient)、反応ガス濃度(reaction gas density)によって反応炉内部のウェーハ載置位置が異なることにより薄膜の厚さが変わることになる。

【0005】このように反応炉内部で発生する工程温度勾配及びガス噴射管の位置によって発生する反応ガス濃度勾配による薄膜の蒸着厚さの不均一を防止するためにウェーハポートのあいだあいだには、蒸着厚さの不均一を補正するためにモニターリングウェーハがローディングされてモニターリングウェーハの蒸着厚さが測定さ

れ、このモニターリングウェーハは分析されて、後続工程では先行蒸着工程における厚さ偏差量を補正して追加時間が全体デポジションタイムに合算して工程が進められる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、低圧化学気相蒸着工程における薄膜の厚さは工程時間、工程温度と密接な連関を持っているにもかかわらず、単純にデポジションタイムを通して薄膜の厚さを制御するために反応炉内部の位置別ウェーハの薄膜厚さを精密に補正できなくて工程温度を作業者がモニターリングして管理するために工程準備時間の増大及び作業者の失敗による工程不良が発生する問題点がある。

【0007】したがって、本発明はこのような従来の問題点を勘案したもので、本発明の目的は、複数枚のモニターリングウェーハによって算出された反応炉内部の位置別代表薄膜厚さを算出して代表薄膜厚さと目標薄膜厚さとの偏差を補正するために反応炉内部位置に該当する補正温度を算出してこれをフィードバックして制御することによって反応炉内部における薄膜厚さ偏差を克服することにある。本発明の他の目的は後述する本発明の詳細説明でより明確になることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】このような本発明の目的を達成するための半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法は、まず、一次的にベアモニターリングウェーハを半導体薄膜製造設備の所定領域にローディングした状態で以前工程環境と同一な条件によって所定薄膜を製造し、薄膜が製造されたモニターリングウェーハをアンローディングしてモニターリングウェーハ上の複数の位置で薄膜厚さを測定し、その結果からモニターリングウェーハの平均薄膜厚さを算出して、この平均薄膜厚さを通して、反応炉の内部に設定された複数の領域のうち、基準になる領域の平均薄膜厚さが目標薄膜厚さに近接するようにデポジションタイムを一次的に補正した後、補正アルゴリズムによって補正されたデポジションタイムによる計算によって基準領域を除いた残りの領域に補正されたデポジションタイムが及んだ薄膜厚さの補正値を2次的に算出した次に補正値に該当する工程温度を再び3次的に算出して補正されたデポジションタイム、補正された工程温度によって薄膜形成工程を進行する。

【0009】すなわち本発明は、薄膜形成工程が進められる反応炉の内部を複数個の領域に分割設定し、前記領域に複数枚のモニターリングウェーハをローディングした後、既存デポジションタイムと工程温度を参考にして前記モニターリングウェーハに薄膜形成工程を遂行する段階と、薄膜形成工程が終了した前記モニターリングウェーハの平均薄膜厚さを算出して第1記憶手段に記憶する段階と、前記複数個の領域のうち基準領域に位置した

モニターリングウェーハの平均薄膜厚さが目標薄膜厚さに到達されるように第2記憶手段に記憶されたデポジションタイム補正演算式によってデポジションタイムを算出する段階と、前記補正されたデポジションタイムを適用した状態で前記分割された各々の領域における代表薄膜厚さを前記第2記憶手段に記憶された代表薄膜厚さ演算式によって各々算出する段階と、前記算出された代表薄膜厚さに影響を及ぼす工程温度を前記第2記憶手段に記憶された工程温度補正演算式によって算出して前記第1記憶手段に記憶する段階と、前記第1記憶手段に記憶されている補正されたデポジションタイム及び補正された工程温度によって薄膜形成工程を遂行する段階と、を含むことを特徴とする半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法である。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明による半導体基板への薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法の一実施形態を説明する。

【0011】図1は、本発明を適用するための低圧化学気相蒸着設備を示す図面である。

【0012】この低圧化学気相蒸着設備100は、全体が円筒状で一侧端部が開口された石英材質のアウターチューブ10と、アウターチューブ10より小さい直径を有して両端が開口されておりアウターチューブ10の内側に設けられる石英材質のインナーチューブ20によって反応炉が構成されている。アウターチューブ10及びインナーチューブ20はリング状の第1フレーム30により支持固定され、第1フレーム30はリング状の第2フレーム40によって支持されている。ウェーハが載置収納されたウェーハポート50がインナーチューブ20内に、第2フレーム40を通りポートエレベーター60によってローディング、アンローディングされる。

【0013】インナーチューブ20の内側空間と連通された第2フレーム40には、工程ガスが噴射されるガス噴射ノズル70が設けられ、第1フレーム30には、インナーチューブ20で工程が進められた後、発生した残留ガス及び廃ガスを排気するためにインナーチューブ20からアウターチューブ10に越えてきた残留ガス及び廃ガスを排気する排気口80が形成される。

【0014】一方、アウターチューブ10の外周面には工程に必要な熱をインナーチューブ20に印加する電気炉90が設けられている。ここで重要なことは、電気炉90はインナーチューブ20内部の位置別反応炉内部温度を連続的に制御できるように設けられなければならない。

【0015】また、電気炉90によってインナーチューブ20内部の位置別温度を連続的に制御するためには、インナーチューブ20内部の位置別温度分布及び温度勾配を正確に認識及び調整が可能でなければならない。

【0016】このためには、図2に示すようにインナー

チューブ20の内部に、ウェーハがローディングされる領域を例えば5等分して5個の仮想領域に分割する。分割された5個の領域のうち、中央に位置した領域をセンター領域(center area)210、このセンター領域210の上部、下部領域を各々センターアップ領域(center upper area)220、センターロー領域(center low area)230、そして、センターアップ領域220とセンターロー領域230のさらに上部下部をアップ領域(upper area)240、ロー領域(low area)250と定義することにする。このうちセンター領域210は基準領域(standard area)になる。

【0017】各々の領域(センター領域210、センターアップ領域220、センターロー領域230、アップ領域240、ロー領域250)には、領域別内部温度勾配を認識するためにサーモカップルのような工程温度測定装置300が設けられている。工程温度測定装置300から測定された工程温度データは設備を制御する設備サーバー400に入力される。設備サーバー400はホストコンピュータ500からダウンロードした工程データと測定された工程温度データを比較して電気炉90に印加される信号を調節して反応炉内部の温度を調節する。

【0018】一方、インナーチューブ20の内側下部から供給される工程ガス量も薄膜の厚さ形成に影響を及ぼすので、垂直型低圧化学気相蒸着設備の場合、ガスを供給するガス噴射ノズル70が反応炉下部に設けられているため、ロー領域250で反応ガスの濃度が最も濃く、反応炉上部、すなわちアップ領域240でガス濃度が最も薄い。このようなガス濃度勾配を測定するために、センター領域210、ロー領域250、およびアップ領域240には各々反応ガス濃度測定装置600が設けられる。

【0019】反応ガス濃度測定装置600で測定されたガス濃度のデータは上述した設備サーバー400に入力された後、ホストコンピュータ500から設備サーバー400にダウンロードされた工程データと比較され、設備サーバー400は比較結果によって反応ガス濃度を調節する。

【0020】このように工程温度と反応ガス濃度を制御して調節する役割をする設備サーバー400は、図3のブロック図に示すように、多量の工程データを有するホストコンピュータ500とオンライン連結するためのオンラインモジュール410、キーボードやキーパッドのようなデータ入力装置420によって作業員から直接入力された各種データ、またオンライン連結されたホスト500からダウンロードされた工程データ、さらに上述した工程温度測定装置300、反応ガス濃度測定装置600から入力された測定データなどが記憶される記憶装置430、測定データから補正されたデポジションタイム、工程温度、及び補正された反応ガス濃度を算出する

アルゴリズムによって作成された応用プログラムが入力された工程データ補正モジュール440、ならびにこれらを制御する制御ユニット450からなる。

【0021】ここで、記憶装置430としてはRAM(Random Access Memory)が用いられ、工程データ補正モジュール440としてはROM(Read Only Memory)が用いられる。

【0022】既に遂行された工程によって今後遂行される工程のデポジションタイム、反応炉位置別工程温度、反応炉位置別反応ガス濃度を補正するためには、上述したセンター領域210、センターアップ領域220、センターロー領域230、アップ領域240、ロー領域250にモニターリングウェーハを各々ローディングして測定することが望ましい。しかし、単に薄膜の厚さ測定のために多くの枚数、例えばセンター領域210、センターアップ領域220、センターロー領域230、アップ領域240、及びロー領域250にすべてモニターリングウェーハを位置させた後、薄膜厚さを測定及び制御する場合、生産効率の低下と共にコストの増加を招くので、3枚または4枚のモニターリングウェーハを上述した5個の領域のうち、一定領域にローディングして一定工程条件下で工程を遂行した後、各々のモニターリングウェーハの薄膜厚さを測定して、測定されたモニターリングウェーハによって反応炉の全領域に該当するデータとしてデポジションタイム、工程温度を換算して算出することが望ましい。

【0023】図4及び図5は、このように測定されたモニターリングウェーハの薄膜厚さからデポジションタイム、及び領域別工程温度を制御するためのフローチャートである。

【0024】本実施形態では3枚のモニターリングウェーハを用いた場合で説明する。

【0025】まず、図6に示すように、反応炉内のセンター領域210、アップ領域240、及びロー領域250には、作業員またはウェーハローディングユニットによってモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3が1枚ずつウェーハポート50のスロットにローディングされる(S10)。

【0026】続いて、モニターリングウェーハMW1、MW2、MW3がウェーハポート50のスロットにすべて挿入されると、設備サーバー400はポートエレベーター60を駆動させてウェーハポート50を反応炉のインナーチューブ20にローディングさせる(S20)。

【0027】引続き、ウェーハポート50がインナーチューブ20の内部にローディングされると、設備サーバー400はオンラインモジュール410を通してホストコンピュータ500から既に進められた工程データのうち、いずれか一つをダウンロードした後、ダウンロードされた工程データによって工程環境、すなわち、工程温度、工程ガス量などをセッティングする(S30)。

【0028】このとき、ホストコンピュータ500からダウンロードした工程データは同一設備が以前に遂行した工程環境と同一なデータでなければならない。また、ここでは、工程ガス量は領域別誤差が微小であるために工程ガス量の偏差によって発生する薄膜厚さ偏差は極めて微小であるので工程ガス量による薄膜厚さ偏差は発生しないものと仮定する。

【0029】以後、工程環境設定が完了されると、設備サーバー400は低圧化学気相蒸着設備を制御して設定された工程環境によって薄膜形成工程を遂行し(S400)、薄膜形成工程が遂行されると設備サーバー400はモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3が受納されたウェーハポート50をインナーチューブ20から徐々にアンローディングさせる(S50)。

【0030】所定の薄膜が蒸着されたモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3はウェーハポート50から取り出され、薄膜厚さ測定設備(図示せず)へ移送されて、薄膜厚さが測定される(S60)。

【0031】このとき、モニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の薄膜厚さは、一枚のモニターリングウェーハ上においても厚さ偏差が発生するのでモニターリングウェーハ上の均一な薄膜厚さを測定するために、モニターリングウェーハMW1、MW2、MW3上の各々5ヶ所のポイントをサンプリングして測定する。

【0032】サンプリング位置は、例えば図7に示すようにモニターリングウェーハのセンターと、センターを中心に放射状に一定間隔で隔られた4ヶ所から測定す *

る。ここでは、サンプリング位置を各々A、B、C、D、Eと定義する。

【0033】このように各サンプリング位置で測定されたモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の薄膜厚さから各々のモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の平均薄膜厚さを算出する(S70)。

【0034】このとき、平均薄膜厚さ測定の正確度を高めるためサンプリング後、測定された測定データの中、中心値から最も遠く外れた2個の測定値は捨てて、下記(1)式のように、残り測定値を取ってすべて合算した後、測定データの個数で割って算術平均された平均薄膜厚さを算出する。

【0035】

$$TH_{av} = (x1 + x2 + x3) / \text{データ個数} \quad \dots (1)$$

式中、 TH_{av} は1枚のモニターリングウェーハにおける平均薄膜厚さであり、X1、X2、X3は各サンプル位置の薄膜厚さ測定データである。これらX1、X2、X3は5ヶ所の薄膜厚さ測定値X1、X2、X3、X4、X5のうち、中間値(median value)を基準にして最も大きい値と最も小さい値を除いた測定値、ここではX4、X5の2個を除いた測定値である。したがって分母の「データ個数」は3になる。

【0036】本実施形態における具体的な値を表1に示す。なお、ここで、目標薄膜厚さ(target film thickness)は160Åである。

【0037】

【表1】

| | A | B | C | D | E | 平均2 |
|-----|--------|------|--------|------|------|--------|
| MW1 | 155Å | 157Å | 150Å | 163Å | 167Å | 158.4Å |
| MW2 | 157Å | 159Å | 155Å | 159Å | 163Å | 158.6Å |
| MW3 | 160Å | 161Å | 162Å | 164Å | 166Å | 162.6Å |
| 平均1 | 157.3Å | 159Å | 155.7Å | 162Å | 165Å | |

【0038】表中、MW1、MW2、MW3はウェーハポート50に挿入された3枚のモニターリングウェーハであり、A～EはモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の5ヶ所における測定した薄膜厚さを示す。また、「平均1」項目はモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3中A～Eの部分の測定値を平均したものであり、「平均2」項目は前記(1)式を用いてモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の算術平均値を示している。

【0039】前記(1)式は設備サーバー400の工程データ補正モジュール440に記憶されており、測定装置によって測定された表1のモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3のA～Eに該当する薄膜厚さ測定データは設備サーバー400の記憶装置430に記憶される。

【0040】以後、記憶されたA～Eに該当する薄膜厚

さ測定データは工程データ補正モジュール440によって演算が遂行されて表1に示した「平均2」項目が算出され、「平均2」項目は再び記憶装置430に記憶される。

【0041】表1の「平均2」項目で示すようにモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の平均薄膜厚さは目標薄膜厚さに対して偏差が発生している。この偏差は図8のグラフに示すように、モニターリングウェーハMW1、MW3で最も大きく、センター領域210に置かれたモニターリングウェーハMW2で最も小さい傾向を示している。

【0042】すなわち、低圧化学気相蒸着設備100によって工程が進められる時、反応炉の中間部分、MW2が属するセンター領域210で薄膜厚さが目標薄膜厚さ(260Å)に最も近くなることが分かる。

【0043】平均薄膜厚さが目標薄膜厚さに最も近接し

たセンター領域210を基準領域(standard area)と定義する。

【0044】このように基準領域が定義され、各々のモニターリングウェーハMW1、MW2、MW3の平均薄膜厚さの結果が(1)式によって算出されると、優先的に基準領域に属しているMW2の平均薄膜厚さが目標薄膜厚さになるように下記(2)式によって補正されたデポジションタイム(deposition time)に該当する補正值 *

$$\text{Depotime}(n+1) = \text{Depotime}(n) + (\text{TH}_{\text{target}} - \text{TH}_{\text{avg}}) / \text{GainDepo}(n) \quad \dots (2)$$

(2)式は基準領域であるセンター領域210に含まれたモニターリングウェーハMW2の5ヶ所を測定することによって、前記(1)式により算出された平均薄膜厚さ TH_{avg} と、目標薄膜厚さ $\text{TH}_{\text{target}}$ 及び時間利得率 $\text{GainDepo}(n)$ 、以前のデポジションタイム $\text{Depotime}(n)$ から次に進められる薄膜形成工程のデポジションタイム $\text{Depotime}(n+1)$ を補正できることを示している。

ここで、時間利得率 $\text{GainDepo}(n)$ は単位時間当りMW2にデポジションされる薄膜の厚さ、すなわち、デポジション厚さ(A)/単位時間(sec)を意味する。この時間利得率は実際工程を何度も進行した後得られた実験値である。

【0047】目標薄膜厚さ $\text{TH}_{\text{target}}$ から基準領域に位置したモニターリングウェーハMW2の平均薄膜厚さ TH_{avg} を引いた値は目標薄膜厚さからどれだけの薄膜偏差が発生したかを示すもので、この薄膜偏差を時間利得率 $\text{GainDepo}(n)$ で割れば不足した薄膜厚さを補正するためのデポジション時間が算出され、追加されたデポジション時間と以前のデポジションタイム $\text{Depotime}(n)$ とを合算すると補正された新しいデポジションタイムが算出される。

【0048】例えば、以前のデポジションタイムが1830sec、目標薄膜厚さが160Å、MW2の平均薄膜厚さが表1>及び(1)式で算出されたように158.6Å、時間利得率を1.8(Å/sec、1秒当たり1.8Åがモニターリングウェーハ上にデポジションされることを意味する)とすると、補正されたデポジションタイム $= 1830 + (160 - 158.6) / 1.8 = 1830.78$ が算出される。すなわち、補正されたデポジションタイムは以前のデポジションタイムに比べて約0.78sec程度増加れることになり、補正前の薄膜厚さが158.6Åであった基準領域において、補正後は平均薄膜厚さが目標薄膜厚さである160Åにより近接するようになる。

【0049】このようにデポジションタイムが増加される場合、平均薄膜厚さに急激な変化が生じる場合があるので補正されたデポジションタイムに所定比率、例えば補正されたデポジションタイムの70%に該当する時間と補正される以前のデポジションタイムの30%に該当する時間を合算することで、デポジションタイムを変え

*を算出する(S80)。これは、基準領域はデポジションタイムによって薄膜厚さを補正し、基準領域を除いた残り領域は工程温度によって薄膜厚さを補正するためである。

【0045】そうするとまず基準領域の薄膜厚さが目標薄膜厚さになるようにデポジションタイム補正値を(2)式によって算出する。

【0046】

ることによる平均薄膜厚さの急激な変動を防止する。

【0050】このようにデポジションタイムを調整する場合、基準領域であるセンター領域210に含まれたモニターリングウェーハMW2は目標薄膜厚さに到達するようになるが、それ以外の領域であるアッパー領域240、ロー領域250におけるデポジションタイムの増加による影響は不明である。表1の結果を参照すると、ロー領域250の場合むしろ偏差がさらに大きくなる場合もある。すなわち、これは補正されたデポジションタイムで新しい工程を進行する場合、他の領域はデポジションタイムだけでは基準領域程には目標薄膜厚さに到達しないこと意味する。

【0051】しかし、全領域で平均薄膜厚さ、目標薄膜厚さに到達するべきである。このために基準領域を除いた残りの領域はデポジションタイムではなく、工程温度によって薄膜厚さを制御するようにする。

【0052】そこで、まず、反応炉内部のモニターリングウェーハが置かれたアッパー領域240と、ロー領域250における工程温度を補正してアッパー領域240とロー領域250の補正工程温度が算出する。続いてアッパー領域240とセンター領域210の間に位置したセンターアッパー領域220と、センター領域210とロー領域250の間に存在するセンターロー領域230の補正工程温度を算出する。

【0053】これには、表1を利用して領域を代表する代表薄膜厚さを算出する(S90)。まず、アッパー領域240、ロー領域250における代表薄膜厚さを算出することにする。

【0054】センター領域210の代表薄膜厚さを TH_c 、アッパー領域240の代表薄膜厚さを TH_u 、ロー領域250の代表薄膜厚さを TH_l と定義することにし、 TH_u から TH_c 及び TH_l に至るまで反応炉内部のウェーハ薄膜厚さは不連続的に変わらなく一定傾向によってリニア(linear)に変更される。

【0055】表1の「平均2」項目から分かるようにセンター領域210に位置したMW2の平均薄膜厚さ158.6Åと目標薄膜厚さ160Åは約1.4Å程度の薄膜偏差があって、この1.4Åの薄膜偏差は新しいデポジションタイムを約0.78sec程度増やすことによって克服されることは上述したとおりである。

【0056】このようにセンター領域210に含まれたモニターリングウェーハMW2のデポジションタイムを増やすことによって、MW2の平均薄膜厚さは当然に1.4Å増えるが、デポジションタイム増加による影響はMW2のみならずアップパー領域240に属するモニターリングウェーハMW1とロー領域250に属するモニターリングウェーハMW3の平均薄膜厚さにも同一な影響を及ぼすようになるのでMW1、MW2の平均薄膜厚さもデポジションタイム補正によって同一に各々1.4*

$$TH_0 = TH_{MW1} + (TH_{tar,0} - TH_{MW2}) \quad \dots (3)$$

式中、 TH_0 はアップパー領域240における代表薄膜厚さ、 TH_{MW1} は基準領域における平均薄膜厚さ、 $TH_{tar,0}$ は目標薄膜厚さ、 TH_{MW2} はアップパー領域240における平均薄膜厚さである。例えば、表1のデータを参照すると、 $TH_0 = 158.4\text{Å} + (160\text{Å} - 158.6\text{Å}) = 159.8\text{Å}$ になる。

【0060】

$$TH_L = TH_{MW3} + (TH_{tar,L} - TH_{MW2}) \quad \dots (4)$$

(4)式に示すように、ロー領域250における代表薄膜厚さ TH_L はロー領域250に含まれたモニターリングウェーハMW3の平均薄膜厚さに、上述したようにモニターリングウェーハMW2におけるデポジションタイム*

$$TH_{c0} = (TH_{MW1} + TH_{MW2}) / 2 + (TH_{tar,0} - TH_{MW2}) \quad \dots (5)$$

センターアップパー領域220にはモニターリングウェーハが存在しないために直接的にセンターアップパー領域220における代表薄膜厚さを算出できないが、センターアップパー領域220はセンター領域210とアップパー領域240の中間に位置し、薄膜厚さもセンター領域210からアップパー領域240に行きながら一定な傾向を持って連続的に変化するため、間接的にセンターアップパー領域220の代表薄膜厚さ算出が可能である。

【0063】センターアップパー領域220における代表薄膜厚さはアップパー領域240におけるモニターリングウェーハMW1と、センター領域210におけるモニター*

$$TH_{cL} = (TH_{MW2} + TH_{MW3}) / 2 + (TH_{tar,L} - TH_{MW2}) \quad \dots (6)$$

センターロー領域230にもモニターリングウェーハがないために直接的には代表薄膜厚さを測定できない。しかし、センター領域210とロー領域250は上述したように不連続でなくて連続的に変化する代表薄膜厚さを有するため、センターロー領域230における代表薄膜厚さは(6)式によって可能であり、ここにセンター領域210を基準にして補正されたデポジションタイムによって別途に追加される薄膜厚さを合算することによってセンターロー領域230における代表薄膜厚さ TH_{cL} の算出が可能である。例えば、 $TH_{cL} = (158.6\text{Å} + 162.6\text{Å}) / 2 + (160\text{Å} - 158.6\text{Å}) = 162\text{Å}$ となる。

【0066】なお、前記に詳述した(3)～(6)式は設備サーバー400の工程データ補正モジュール440に記憶され、工程データ補正モジュール440によって

*Å程増えることは明らかである。

【0057】これを勘案してアップパー領域240とロー領域250における代表薄膜厚さを算出する。

【0058】まず、モニターリングウェーハMW1が含まれたアップパー領域240における代表薄膜厚さはMW1の平均薄膜厚さにデポジションタイム増加の影響によって付加的に得られた1.4Åの薄膜厚さを合算して算出する。(3)式を参照する。

【0059】

*Å補正によって追加される薄膜の厚さ程を合算すると簡単に求められる。例えば、表1のデータを参照すると、 $TH_L = 162.6\text{Å} + (160\text{Å} - 158.6\text{Å}) = 164\text{Å}$ になる。

【0061】このようにアップパー領域240、ロー領域250における代表薄膜厚さがすべて求められると、上述したようにセンターアップパー領域220とセンターロー領域230における代表薄膜厚さが算出可能である。下記(5)式はセンターアップパー領域220における代表薄膜厚さ TH_{c0} の算出式である。

【0062】

★ーリングウェーハMW2の平均薄膜厚さを利用して算出し、算出されたセンターアップパー領域220の代表薄膜厚さにデポジションタイム補正によって追加される薄膜厚さを合算することによって、センターアップパー領域220における代表薄膜厚さ TH_{c0} が算出される。例えば、 $TH_{c0} = \{(158.4\text{Å} + 158.6\text{Å}) \div 2\} + (160\text{Å} - 158.6\text{Å}) = 159.9\text{Å}$ になる。

【0064】次に、センターロー領域230の代表薄膜厚さの算出式を(6)式に示す。

【0065】

算出された各領域における代表薄膜厚さデータは記憶装置430に記憶される。

【0067】図9には、上述のようにして算出された各領域における代表薄膜厚さを示すグラフである。

【0068】図9のグラフを通して各領域における代表薄膜厚さを調べると、センター領域210における代表薄膜厚さはデポジションタイム補正によって既に目標薄膜厚さに近接することが分かるが、その他の領域であるセンターロー領域230、センターアップパー領域220、ロー領域240、アップパー領域250における代表薄膜厚さはむしろデポジションタイム補正を遂行する以前より大きい誤差範囲を有しながら目標薄膜厚さから外れることになる。この際、上述したように基準領域を除いた残り領域で目標薄膜厚さから外れた薄膜偏差は各領域別工程温度補正によって補正される。このように基準

領域であるセンター領域210を除いた残り領域における薄膜厚さを補正するために、上述した(3)～(6)式によって各領域における代表薄膜厚さが算出されると、続いて、各領域における補正すべき工程温度を算出する(S100)。

【0069】補正すべき工程温度の算出は、上述したよ*

| 領域 | 既存工程温度(°C) |
|------------------------------|------------|
| アッパー領域TEMP _u | 900 |
| センターアッパー領域TEMP _{cu} | 899 |
| センター領域TEMP _c | 897 |
| センターロー領域TEMP _{cl} | 895 |
| ロー領域TEMP _l | 893 |

【0071】表2は領域での既存工程温度を示しており、この既存工程温度は設備サーバー400の記憶装置430に記憶される。

【0072】表2を参照すると、ロー領域250における工程温度が最も低く、センター領域210をすぎてアッパー領域250に到達するまでだんだん工程温度が増える傾向を示している。

【0073】ここで、センター領域210の工程温度は補正せず、既存の工程温度を維持する。これはセンター領域210における代表薄膜厚さは工程温度と関係なく、前述した通り、既にデポジションタイム補正によって補正したためである。

【0074】したがって、代表薄膜厚さが算出されたセンターロー領域230とセンターアッパー領域220に*

$$\text{TEMP}_{cu}(n+1) = \text{TEMP}_{cu}(n) + (\text{TH}_{\text{target}} - \text{TH}_{cu}) / \text{qaintemp} \quad \dots (7)$$

(7)式は、センターアッパー領域220における補正すべき工程温度TEMP_{cu}(n+1)の算出式である。

【0078】この式は表2に示された既存工程を遂行する時のセンターアッパー領域220における工程温度TEMP_{cu}(n)に補正温度を追加して算出するものである。補正温度は目標薄膜厚さTH_{target}から先に算出したセンターアッパー領域220の代表薄膜厚さを差し引きして算出される薄膜厚さ偏差を温度当たり利得率qaintempで割って算出する。

【0079】温度当たり利得率qaintempは工程温度の変化による薄膜厚さの変化量を意味する。すなわち、工程温度が1°C変わる場合薄膜の厚さが1.8Å増加したならば温度当たり利得率は1.8(Å/°C)になる。

【0080】例えば、温度当たり利得率が1.8(Å/★

$$\text{TEMP}_{cl}(n+1) = \text{TEMP}_{cl}(n) + (\text{TH}_{\text{target}} - \text{TH}_{cl}) / \text{qaintemp} \quad \dots (8)$$

(8)式も(7)式と同様な意味である。例えばTEMP_{cl}(n+1) = 895°C + (160Å - 162Å) ÷ 1.8(Å/°C)は895°C + (-2/1.8°C)になり893.88°Cとなる。すなわち、センターロー領域

*うに各領域の代表薄膜厚さと目標薄膜厚さの偏差を求めた次に偏差を温度当たり利得率qaintempで割れば簡単に算出できる。

【0070】

【表2】

※における工程温度を補正する。

【0075】このとき、センターロー領域230とセンターアッパー領域220の工程温度をアッパー領域240、ロー領域250より先に補正する。この理由としてはセンターロー領域230及びセンターアッパー領域220の工程温度変化がロー領域250及びアッパー領域240に多くの影響を及ぼすためである。

【0076】こういうわけですが、センターロー領域230とセンターアッパー領域220の工程温度を補正した後、センターアッパー領域220とセンターロー領域230によって影響を受けたアッパー領域240及びロー領域250の工程温度を補正する順序を踏むようにすることが望ましい。

【0077】

★°C)のとき、工程温度を10°C程増加させると、これにより代表薄膜厚さは18Å程度増加する。

【0081】表2を使って(7)式により具体的に算出すると、TEMP_{cu}(n+1) = 899°C + {(160Å - 159.9Å) ÷ 1.8(Å/°C)} = 899.055°Cになる。

【0082】すなわち、センターアッパー領域220における薄膜厚さが目標薄膜厚さである160Åに0.1Å未達であるからセンターアッパー領域220で以後遂行される工程温度は899°Cより0.55°C高い899.055°Cのとき、センターアッパー領域220の代表薄膜厚さは159.9Åから160Åになることが分かる。

【0083】

230における代表薄膜厚さは目標薄膜厚さよりおよそ2Å程度が厚いために後続工程で目標薄膜厚さに近接した薄膜厚さを得るためには工程温度を895°Cから893.88°Cに落とさなければならないことがすぐ分か

る。

【0084】結果的に、(7)式と(8)式を見てもセンターアップ領域220における補正すべき工程温度算出値 $TEMP_{cu}(n+1)$ は約0.055℃程度の温度が以前工程温度より高まって、センターロー領域230における補正すべき工程温度算出値 $TEMP_{cl}(n+1)$ は以前工程温度より1.12℃程度工程温度が低くなる事が分かる。

【0085】すなわち、平均薄膜厚さが目標薄膜厚さより薄い領域では工程温度を算出された工程温度程高く設定し、平均薄膜厚さが目標薄膜厚さより厚い領域では工程温度を算出された温度程低く設定することによって平均薄膜厚さが目標薄膜厚さにだんだん近接されるようにする。

【0086】センターアップ領域220、センターロー領域230で補正された工程温度値がすべて算出されると残りロー領域250、アップ領域240の工程温*

$$TH_u' = TH_u + C_u \times (TH_{target} - TH_{cu}) \quad \dots (9)$$

(9)式はセンターアップ領域220で変更された工程温度がアップ領域240に及んだ影響によって変更されたアップ領域240における代表薄膜厚さ補正値を求める数学式である。ここで、 C_u は実験によって得られた無次元補正係数である。

【0089】例えば、補正係数はセンターアップ領域220の工程温度が1℃変更された際代表薄膜厚さが一実施例で10Å増加し、アップ領域240の代表薄膜厚さは5Å増加したならば、割合で見た時センターアップ領域220の工程温度1℃変更によってアップ領域240では5/10になるので無次元補正係数 C_u は0.5となる。

【0090】無次元補正係数 C_u に該当する0.5は一定温度変化が発生したセンターアップ領域220の代表薄膜厚さ変化量の1/2に該当する薄膜厚さがアップ領域240に影響を及ぼすことを意味する。

【0091】(9)式に戻って、アップ領域240に*

$$TEMP_u(n+1) = TEMP_u(n) + (TH_{target} - TH_u') / \text{gaintemp} \quad \dots (10)$$

(10)式によって、センターアップ領域220の工程温度によって影響を受けたアップ領域240の代表薄膜厚さと目標薄膜厚さとの薄膜厚さ偏差を算出した後に、偏差を温度当たり利得率 gaintemp で割って補正すべき工程温度が算出された後、算出された補正温度を以前工程温度に合算して補正されたアップ領域240の工程温度が算出される。

★

$$TH_l' = TH_l + C_l \times (TH_{target} - TH_{cl}) \quad \dots (11)$$

(11)式は(9)式と対等な概念であり、例を挙げて説明すると $TH_l(n') = 164\text{Å} + 0.5 \times (160\text{Å} - 164\text{Å}) = 163\text{Å}$ になって、後述される(1

$$TEMP_l(n+1) = TEMP_l(n)$$

$$+ (TH_{target} - TH_l') / \text{gaintemp} \quad \dots (12)$$

*度補正値を算出する。上述したようにセンター領域210では工程温度変更が発生しなかったためにセンターアップ領域220、センターロー領域230にはセンター領域210による影響が発生しない。

【0087】しかし、ロー領域250及びアップ領域240とセンターアップ領域220及びセンターロー領域230は物理的に区分された領域でないため、センターアップ領域220及びセンターロー領域230における工程温度変更はすぐロー領域250、アップ領域240における代表薄膜厚さに影響を及ぼすので、ロー領域250と、アップ領域240の代表薄膜厚さはセンターアップ領域220、センターロー領域230によって影響を受けた薄膜厚さを算出した後、これを利用して補正工程温度を算出して薄膜厚さ算出誤差を最小化できる。

【0088】

※における補正された代表薄膜厚さ TH_u' の数値を既に算出されたアップ領域240における代表薄膜厚さ TH_u に加えればよい。補正値はセンターアップ領域220における目標薄膜厚さとセンターアップ領域220における代表薄膜厚さ TH_{cu} の偏差量に補正係数を掛けた値である。

【0092】例を挙げて説明すると、 $TH_u' = 159.8\text{Å} + 0.5 \times (160\text{Å} - 159.9\text{Å}) = 159.85\text{Å}$ になる。すなわち、アップ領域240における代表薄膜厚さはセンターアップ領域220の工程温度変化によって約0.05Åの影響を受けたことが分かる。

【0093】このように他の領域における温度影響によって薄膜厚さが TH_u から TH_u' に補正されると、(10)式によって実際アップ領域240における補正すべき工程温度の算出が可能になる。

【0094】

★【0095】例えば、 $TEMP_u(n+1) = 900^\circ\text{C} + (160\text{Å} - 159.85\text{Å}) \div 1.8 = 900.083^\circ\text{C}$ になってアップ領域240における代表薄膜厚さは以前工程温度 900°C より約0.083℃程度をもっと上げた 900.083°C になるべきことが分かる。

【0096】

☆2)式によってロー領域250における補正温度が算出される。

【0097】

(12)式は(10)式と同一な概念であり例を挙げて説明すると、 $TEMP_L(n+1) = 893^{\circ}\text{C} + (160\text{A} - 163\text{A}) \div 1.8 = 891.33^{\circ}\text{C}$ が算出される。

【0098】(7)～(12)式はいずれも工程データ補正モジュール440に記憶されており、制御ユニット450が工程データ補正モジュール440に記憶された数学式を用いて、記憶装置430に記憶された既存工程温度、各領域別代表薄膜厚さ、目標薄膜厚さデータを参照し補正温度データを算出する。算出された補正工程温度データは再び記憶装置430に記憶される(S110)。

【0099】図10は、領域別工程温度補正を示したグラフである。グラフAは既存領域別工程温度であり、グラフBは補正された領域別工程温度でグラフAとグラフBはセンター領域210を基準にしてセンターアッパー領域220、アッパー領域240及びセンターロー領域230、ロー領域250の工程温度が補正されることを示している。

【0100】以上のように、記憶装置430に記憶された補正工程温度データは再び設備サーバー400の制御ユニット450によって処理された後、制御ユニット450は補正された工程温度データに対応する制御信号を各領域別に電気炉90に印加して、各領域における薄膜厚さが目標薄膜厚さに近接するように制御し、半導体薄膜形成工程を遂行する(S120)。その後、このような薄膜形成工程は繰り返すほど補正も繰り返して遂行されることになり、薄膜厚さは工程が進行されるほど均一になる。

【0101】

【発明の効果】以上、詳しく説明したように、本発明に*

*よれば、複数枚のモニターリングウェーハ上に形成された薄膜の厚さを測定し、この測定結果に基づいてデポジションタイム、及び工程温度を補正することにしたので、反応炉内部のウェーハ載置位置に関係なく薄膜の厚さを均一化する効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体薄膜形成工程を進行する低圧化学気相蒸着設備の一実施例を概念的に示した概念図である。

10 【図2】本発明による仮想分割された反応炉と温度測定装置及び反応ガス測定装置を示した概念図である。

【図3】本発明による設備サーバーを示したブロック図である。

【図4】本発明による半導体薄膜形成工程における薄膜厚さ制御方法を説明するためのフローチャートである。

【図5】図4に続くフローチャートである。

【図6】本発明による一実施例を示した説明図である。

【図7】本発明によってウェーハで薄膜厚さ測定位置を示した平面図である。

20 【図8】本発明によってウェーハから測定された平均薄膜厚さを示したグラフである。

【図9】本発明によって反応炉の各領域における代表薄膜厚さを示したグラフである。

【図10】本発明によって補正された工程温度分布を示したグラフである。

【符号の説明】

410 オンラインモジュール

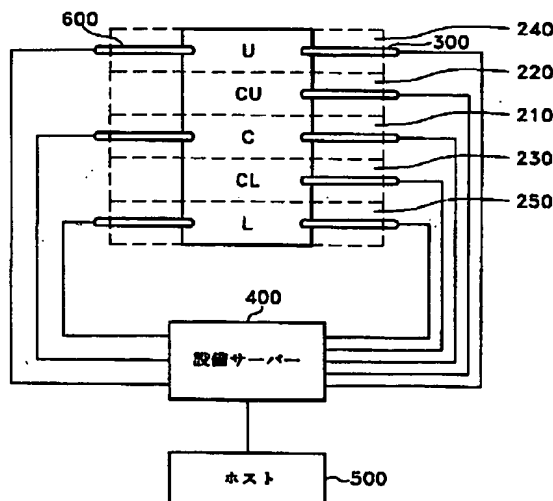
420 入力装置

430 記憶装置

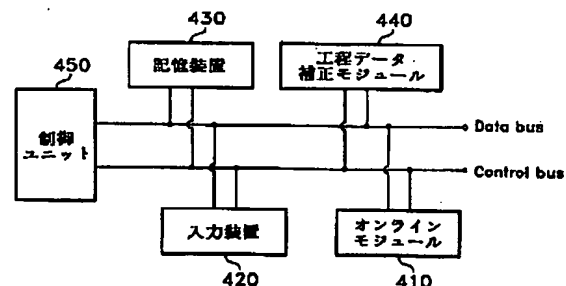
30 440 工程データ補正モジュール

450 制御ユニット

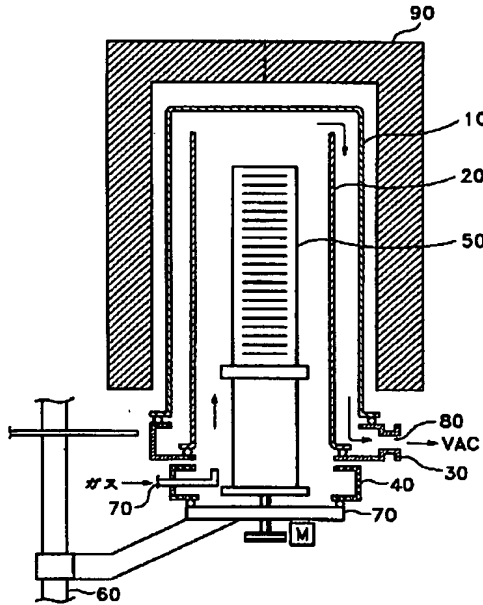
【図2】



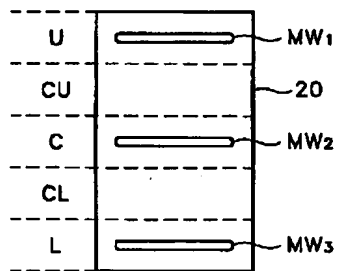
【図3】



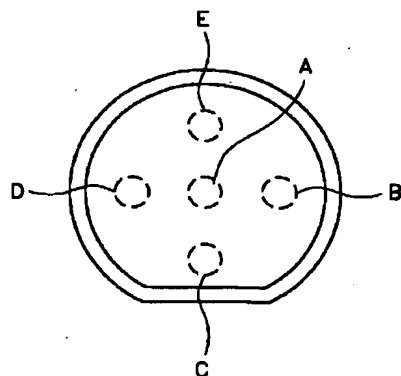
【図1】



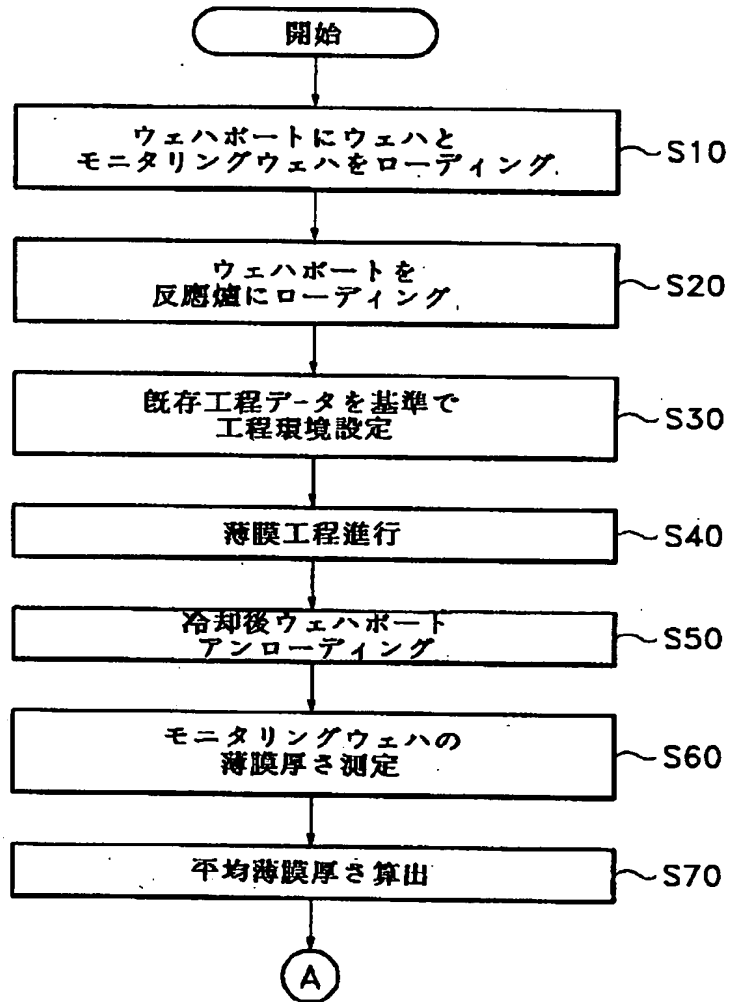
【図6】



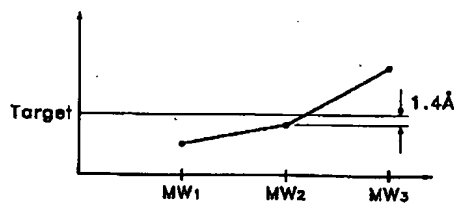
【図7】



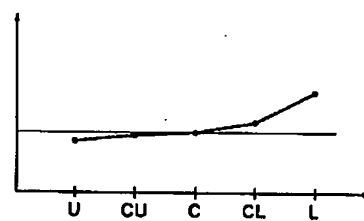
【図4】



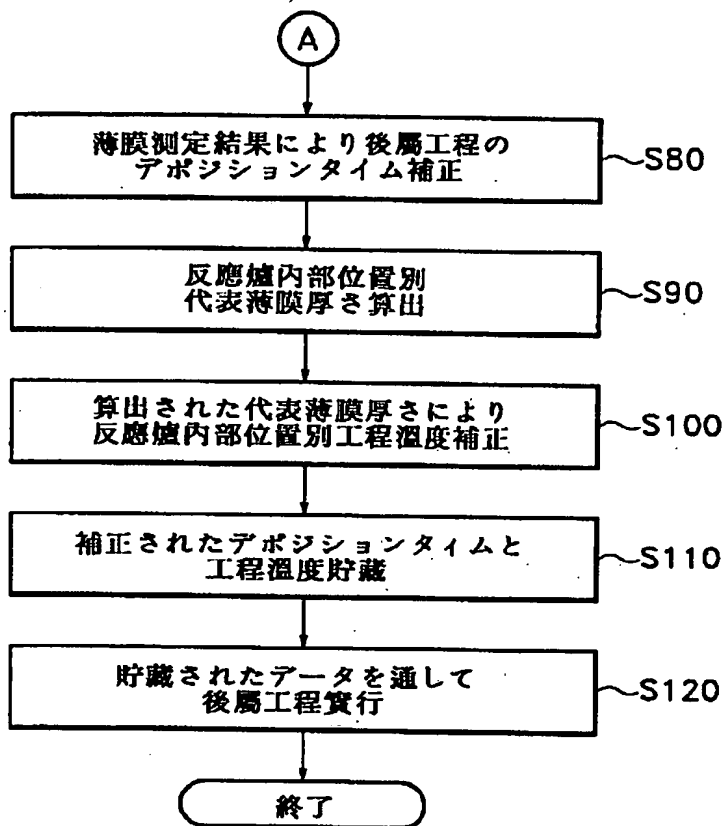
【図8】



【図9】



【図5】



【図10】

